(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 074 416**
A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **81107132.3**

(51) Int. Cl.³: **G 01 M 1/22**

(22) Anmeldetag: **10.09.81**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.03.83 Patentblatt 83/12

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(71) Anmelder: **CARL SCHENCK AG**
Landwehrstrasse 55 Postfach 40 18
D-6100 Darmstadt(DE)

(72) Erfinder: **Giers, Alfred**
Messeler Weg 12
D-6101 Rossdorf 1(DE)

(74) Vertreter: **Dallhammer, Herbert, Dipl.-Ing.**
CARL SCHENCK AG Patentabteilung Postfach 4018
Landwehrstrasse 55
D-6100 Darmstadt(DE)

(54) Verfahren zum Übertragen einer gemessenen Unwuchtwinkellage auf einen Rotor und Vorrichtung hierzu.

(57) Bei einem Verfahren zum Übertragen einer gemessenen Unwuchtwinkellage auf eine Ausgleichsebene (12, 13) eines zu untersuchenden Rotors (1) ist vorgesehen, daß kein rotierendes Teil der Auswuchtmaschine mit dem zu untersuchenden Rotor (1) synchron umläuft.

Zum Zwecke, eine genaue Winkelübertragung von Unwuchtwinkelwerten auf dem Rotor (1) selbst zu erreichen, ohne daß eine Zwangssynchronisation zwischen Rotor (1) und einer Auswuchtmaschine, auf der das Verfahren durchgeführt wird und auch zum Zwecke, ein Bezugssignal für die Unwuchtmessung zu erzeugen, wird ein mit dem zu untersuchenden Rotor (1) gekoppelter Impulsgeber (22) vorgesehen, der an einem rotierenden Teil (18, 19, 20, 21) der Auswuchtmaschine angeordnet ist.

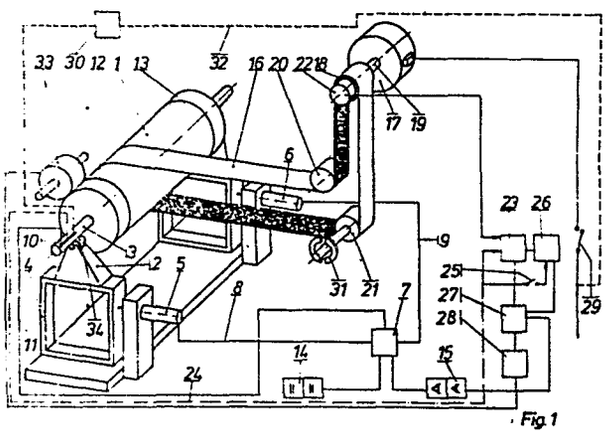

Fig.1

EP 0 074 416 A1

Verfahren zum Übertragen einer gemessenen Unwuchtwinkellage auf einen Rotor und Vorrichtung hierzu.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Übertragen einer gemessenen Unwuchtwinkellage auf eine Ausgleichsebene eines zu untersuchenden Rotors, wobei kein rotierendes Teil der Auswuchtmaschine mit dem zu untersuchenden Rotor synchron umläuft (gelenkwellenlose Auswuchtmaschine) und eine Vorrichtung hierzu.

Durch die DE-OS 2548729 ist ein Verfahren zur Ermittlung und Anzeige der Winkellage der Unwucht bei Auswuchtmaschinen mit Winkelanzeige, insbesondere bei gelenkwellenlosem Antrieb des auszuwuchtenden Körpers bekanntgeworden, das sich dadurch auszeichnet, daß der Unwuchtwinkel in Längeneinheiten oder in dimensionslosen Einheiten, die jeweils auf einen Umfang oder eine charakteristische Teilung des auszuwuchtenden Körpers beziehbar sind und einen Bereich von 360° erfassen, umgewandelt und/oder in solchen Einheiten angezeigt werden. Auch ist eine Vorrichtung hierzu bekanntgeworden, die sich auszeichnet durch Mittel zur Umformung des gemessenen Winkelwertes durch mindestens eine Rechengröße und/oder eine Anzeigeeinrichtung für Längeneinheiten und/oder dimensionslose Einheiten. Hiermit wird auf dem Gebiet des Auswuchtens die Übertragung von gemessenen Unwuchtwinkeln auf einen auszugleichenden Rotor dadurch ermöglicht, daß der Unwuchtwinkel umgewandelt wird in ein Längenmaß, welches von einem am untersuchten

Körper angeordneten Nullpunkt beginnend am Umfang des Körpers angelegt mit seinem Endpunkt die Unwuchtwinkellage markiert, an der dann ein entsprechender Unwuchtausgleich stattfinden kann. Auch ist es möglich, wie in dieser Offenlegungsschrift offenbart, ein Zahlenband an den Rotationskörper anzulegen und dieses Zahlenband, wenn es in einem Verhältnis zu einer bestimmten Nullstelle des Rotationskörpers steht, mit Hilfe des angezeigten Übertragungswertes zur Auffindung der Unwuchtwinkellage heranzuziehen.

Damit läßt sich bei Körpern, die an ihrem Umfang von der Fertigung her bereits Markierungen tragen oder die mit einem Zahlenband versehen werden, der angezeigte Unwuchtwinkel auf den Körper übertragen. Die genannte Offenlegungsschrift offenbart auch, anstelle eines am zu untersuchenden Körpers anzubringenden Zahlenbandes den Unwuchtwinkel auch an einer Tragrolle zu ermitteln, da diese in einem bestimmten Verhältnis zum Lagerzapfen des auszuwuchtenden Körpers steht. Hierzu ist es allerdings ebenfalls erforderlich, an der Tragrolle eine Winkelskala anzubringen.

Die Vorbereitung des Wuchtkörpers selbst, beispielsweise durch Anlegen eines Zahlenbandes, welches in Übereinstimmung mit einer am auszuwuchtenden Körper anzubringenden Nullmarke gebracht werden muß oder das Anbringen einer Winkelskala auf einer Tragrolle für den auszuwuchtenden Rotor, die im allgemeinen nur schwer zugänglich ist und darüberhinaus nicht immer fehlerfrei abgelesen werden kann, erfordern einen beachtlichen Zeitaufwand, insbesondere dann, wenn es sich um Rotationskörper mit verschiedenem Durchmesser

des Rotationskörpers selbst oder des Zapfens des Rotationskörpers handelt. Auch ist in diesem Fall stets ein erneutes Einstellen des Verhältnisses zwischen dem Radius der Tragrolle und dem Radius des Zapfens, was zu einer neuen Anzeigenskala führt, an der dann der Unwuchtwinkel zunächst abgelesen werden muß und anschließend auf den Rotationskörper übertragen werden muß, erforderlich. Es lassen sich durch die mehreren manuellen Tätigkeiten des Ablesens und Abmessens Fehler in der Genauigkeit der Übertragung des Unwuchtwinkels auf den zu untersuchenden Körper nicht vermeiden.

Ausgehend hiervon liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, unter Vermeidung der geschilderten Schwierigkeiten eine genaue Winkelübertragung von Unwuchtwinkelwerten auf den Rotor selbst zu erreichen, ohne daß eine Zwangssynchronisation zwischen Rotor und Auswuchtmaschine erforderlich ist und auch ein Bezugssignal für die Unwuchtmessung zu erzeugen. Diese Aufgabe wird im Hinblick auf die Winkelübertragung durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 enthaltenen Merkmale gelöst. Zufolge des Abbildens des Umfangs des Rotors mittels einer Impulsserie, abhängig von einer Marke am Rotor, sind alle Fehler, die zufolge irgendwelcher Ungenauigkeiten beim Aufbringen von Zahlenbändern oder bei vorhandenen Markierungen am Körper selbst auftreten, ausgeschaltet. Der zu untersuchende Körper muß nicht erst zu einem mit Markierungen versehenen Körper, beispielsweise durch ein Zahlenband, umgerüstet werden. Auch ist es nicht erforderlich, wenn eine Tragrolle oder bei Verwendung eines Bandantriebs die Umlenkrolle oder der Antriebsmotor für den Bandantrieb als

Träger für den Impulsgeber verwendet wird, diesen zusätzlich mit einer Markierung zu versehen.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe im Hinblick auf die Winkelübertragung läßt sich auch durch die im Kennzeichen des Anspruchs 2 enthaltenen Merkmale lösen. Hierbei wird das Stop-Start-Signal aus dem Unwuchtmeßsignal für die Messung der Unwucht gewonnen. Bei dem zu untersuchenden Rotor muß ebenfalls keine Umrüstung von einem glatten zu einem markierten Rotor geschehen.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe läßt sich auch durch die im Kennzeichen des Anspruchs 3 enthaltenen Merkmale lösen. Diese Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe zeichnet sich insbesondere dadurch aus, daß ohne Umrüsten auf einen abzählbaren Rotor ein glatter Rotor durch die Darstellung seines Umfangs mittels Impulsen sowohl die Unwuchtmessung selbst, aus der die Unwucht nach Lage und Größe festgestellt wird, als auch die Übertragung des gemessenen Unwuchtwinkels auf den Umfang des Rotors in einer Ausgleichsebene ermöglicht. Zufolge Zählung der bis zum Stillstand noch erfolgten Umläufe oder erzeugten Impulsen ist in Ausgestaltung der erfinderischen Verfahren (vgl. hierzu die Ansprüche 4 und 5) ein Auffinden des Unwuchtwinkels am zu untersuchenden Rotor jederzeit mit Hilfe der gespeicherten, dem Umfang des Rotors entsprechenden Impulsserie möglich.

Eine Ausgestaltung der Erfindung wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 6 vorgeschlagen. Bei einer Überwachung der Abstände der Einzelimpulse

voneinander ist gleichzeitig eine Überwachung im Hinblick auf die Abweichung zwischen dem tatsächlichen Umfang des Rotors und dem durch die Impulse dargestellten Umfang des Rotors möglich.

Eine noch weitere Ausgestaltung des erfinderischen Verfahrens wird in den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 7 vorgeschlagen. Durch die Vorgabe der Meßdrehzahl ist eine Beeinflussung der Umläufe bis zum Stillstand des Rotors möglich, und es ist auch eine genaue Überwachung des Übertragungsvorganges gegeben.

Das Verfahren gemäß Anspruch 1 wird auf einer Auswuchtmaschine bestehend im wesentlichen aus einer Rotorlagerung, einem Antrieb für den Rotor, mit der Rotorlagerung zusammenwirkenden Meßumformern und einer Auswerteeinrichtung für die von den Meßumformern gelieferten Meßsignale und die von einem Bezugssignal abgeleiteten Signale zur Anzeige und/oder Weiterverarbeitung der Unwucht nach Lage und Größe mit den im Kennzeichen des Anspruchs 8 offenbarten Merkmalen durchgeführt. Durch diese erfindungsgemäße Vorrichtung ist es nicht mehr erforderlich, von den angezeigten Werten ausgehend, eine erneute Übertragung der Unwuchtwinkelwerte auf den Rotor manuell durchzuführen, sondern es kann die gespeicherte Impulszahl gleichzeitig zum Überwachen für das richtige Eindrehen des Rotors in die Unwuchtwinkellage dienen.

Die weiter genannte erfinderische Verfahrenslösung gemäß Anspruch 2 ist auf einerAuswuchtmaschine mit den im Kennzeichen des Anspruchs 9 enthaltenen Merkmalen durch-

zuführen. Auch bei dieser Vorrichtung kann der Impulsgeber, der mit einer Zähleinrichtung zusammenwirkt, am Motor eines Bandantriebes oder an einer Umlenkrolle des Bandantriebes oder an der Tragrolle für den zu untersuchenden Rotor angeordnet sein. Als besonders geeignete Stelle zur Erzeugung eines Impulses pro Umdrehung, der ein Stop-Start-Signal bewirkt, ist der Nulldurchgang im Sinusverlauf von negativ nach positiv anzusehen.

Das zur Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe offenbarte noch weitere Verfahren gemäß Anspruch 3 ist auf einer Auswuchtmaschine mit den im Kennzeichen des Anspruchs 10 offenbarten Merkmalen durchführbar. Diese Vorrichtung zeichnet sich insbesondere dadurch aus, daß ein Impulsgeber verwendet werden kann, der eine Impulsfolge abgibt, die mit Hilfe eines Zählers den Umfang einer Ausgleichsebene des zu untersuchenden Rotors abbildet; auch wird hierdurch ein Bezugssignal für die Unwuchtmessung gewonnen. Damit ist eine derartige Vorrichtung insbesondere geeignet, wenn eine Vielzahl gleicher Rotationskörper ausgewuchtet werden sollen, jedoch auch für Rotationskörper einsetzbar, die verschiedenen Umfang der Ausgleichsebene aufweisen, wenn die aus der Impulsfolge des Gebers gewonnene Anzahl der Impulse einstellbar ist auf den Umfang des jeweiligen zu untersuchenden Rotors. In Ausgestaltung der Vorrichtung nach Anspruch 9 oder Anspruch 10 gemäß der Ansprüche 11 und 12 ist ein eindeutiges Eindrehen möglich.

Eine Ausgestaltung wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 13 vorgeschlagen. Durch die Wahl des Impulsabstandes wird in besonders einfacher Weise

eine Anpassung an die geforderte Winkelauflösung ermöglicht.

Eine noch weitere Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 14 vorgeschlagen. Durch diese Ausgestaltung wird auch der verbleibende Fehler bei der Übertragung des Unwuchtwinkels berücksichtigt und kann somit beim Übertragen auf den zu untersuchenden Rotor mitbeseitigt werden.

Eine noch weitere Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 15 vorgeschlagen. Damit wird auch bei einer Einrichtung, bei der eine voreingestellte Impulszahl den Umfang des zu untersuchenden Rotors abbildet, die zwischen tatsächlichem Umfang und dem durch die Impulse dargestellten Umfang auftretende Differenz ermittelt und beim Übertragen der Unwuchtwinkellage auf den zu untersuchenden Körper berücksichtigbar.

Eine noch weitere Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 16 vorgeschlagen. Durch diese Überwachungseinrichtung werden beim Auslauf des zu untersuchenden Rotors auftretende Verschiebungen zwischen den Bezugspunkten eindeutig vermieden, und es wird eine stets reproduzierbare Messung erreicht.

Eine noch weitere Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 17 vorgeschlagen. Durch diese Ausgestaltung wird eine genaue Übertragung der angezeigten Winkellage

auf den Rotor erreicht.

In der nachfolgenden Beschreibung wird anhand von in Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen die Erfindung näher erläutert.

Es zeigen, in schematischer Darstellung:

Figur 1 eine Auswuchtmaschine mit Antrieb des zu untersuchenden Rotors, bei der gemäß erfinderischem Verfahren mit einer erfinderischen Vorrichtung die Übertragung des Unwuchtwinkels auf den zu untersuchenden Rotor dargestellt ist.

Figur 2 eine weitere erfindungsgemäße Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe, bei der vom Unwuchtmeßsignal die Zählung und Übertragung der Impulse gesteuert wird und

Figur 3 eine weitere schematische perspektivische Darstellung einer Auswuchtmaschine für eine weitere erfinderische Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe mit einem erfindungsgemäß auf den Umfang des Rotors abgestimmten Impulsgebers zur Übertragung der Unwuchtwinkellage auf den zu untersuchenden Rotor.

In der nachfolgenden Beschreibung werden in den Figuren die Bauteile, die dieselbe Funktionsweise besitzen, mit denselben Bezugsziffern bezeichnet.

In Figur 1 ist ein zu untersuchender Rotor 1 in einer Auswuchtmaschine, die Tragrollenlagerungen 2 für Rotorzapfen 3 besitzt, rotierbar gelagert. Die Tragrollenlagerung 2 stützt sich auf einer Einheit 4 für jeden Rotorzapfen 3 ab. Meßumformer 5, 6 wandeln die zufolge einer Unwucht auftretenden Schwingungen oder Kräfte an Einheiten 4 in elektrische Signale um. Gleichzeitig wird von einer charakteristischen Stelle des Rotors im Ausführungsbeispiel einer Nut 10 am Rotorzapfen 3 ein weiteres Signal als Bezugssignal abgeleitet. Über Leitungen 8,9 werden die Informationen der Meßumformer einer Auswerteeinrichtung 7 beispielsweise einer Multiplizierereinrichtung zugeführt, während über eine weitere Leitung 11 ein Bezugssignal der Multiplizierereinrichtung ebenfalls zugeführt wird. Aus diesen Informationen wird in der Multiplizierereinrichtung die Unwuchtgröße und der Unwuchtwinkel für jede Ausgleichsebene 12, 13 bestimmt und in einem im Ausführungsbeispiel umschaltbaren Größenmeßgerät 14 und einem umschaltbaren Winkelmeßgerät 15,für jede Ausgleichsebene getrennt, beispielsweise angezeigt.

Der zu untersuchende Rotor 1 wird von einem Band 16, welches den Rotor teilweise umschlingt, angetrieben (der Übersichtlichkeit halber wurde das Band um 90 Grad in die Horizontale verschwenkt). Das Band 16 wird von einem Antriebsmotor 17, der eine Antriebsscheibe 18 auf einer Welle 19 trägt, über eine Spannrolle 20 und eine Umlenkrolle 21 angetrieben. Mit der Antriebsscheibe 18 ist ein Impulsgeber 22 verbunden, der je Umlauf der Antriebsscheibe 18 eine Impulsfolge an einen Zähler 23 weitergibt, in dem die Impulse gezählt werden. In Abhängigkeit der Nut 10 wird über eine Im-

pulsleitung 24 die Zählung der Impulse im Zähler 23 beeinflußt, der bevorzugt als Vor- und Rückwärtszähler ausgebildet ist, und die über die Impulsleitung 24 kommende Information wird als Stop-Start-Information verwertet. Das heißt, bei jedem auftretenden Impuls wird die im Zähler 23 vorhandene Impulszahl einem Speicher 26 zugeführt, der Zähler 23 auf Null zurückgesetzt und erneut zur Zählung gestartet. Falls keine weitere Information, beispielsweise über die Beendigung des Meßvorganges, an den Speicher 26 gelangt, wird bei dem nächsten Stop-Start-Impuls über die Impulsleitung 24 erneut der oben beschriebene Vorgang wiederholt.

Nach Beendigung des Meßvorgangs wird ein Schalter 25 geöffnet und die im Speicher 26 vorhandene Impulszahl weiterverarbeitbar gespeichert.

Das Winkelmeßgerät 15 und der Zähler 23 bzw. der Speicher 26 sind über eine Vergleichseinheit 27 verbunden. In diese Vergleichseinheit 27 wird nunmehr die analog oder digital vorliegende Information über den Unwuchtwinkel auf die Impulszahl im Speicher 26, die den Umfang des zu untersuchenden Rotors 1 an einer Ausgleichsstelle 12 bzw. 13 darstellt, bezogen. Während des Auslaufens des zu untersuchenden Rotors 1 wird fortlaufend der bezogene Unwuchtwinkel mit dem Inhalt des Zählers 23 verglichen. Dabei wird der Zähler 23 immer dann Null gesetzt, wenn sein Inhalt die gleiche Impulszahl besitzt, wie der Inhalt des Speichers 26. Bei Übereinstimmung beider Winkel steht der Rotor in der festgestellten Unwuchtwinkellage. Dabei kann anlagegemäß die Übereinstimmung durch einen Indikator 28, beispielsweise eine Signallampe, angezeigt werden. Anstelle der Signallampe können erfindungsgemäß

Differenzwinkelanzeige, Anzeige der Winkelstellung und deren optischer Vergleich treten.

Nach Beendigung des Meßvorgangs kann weiterhin die Stromzufuhr zum Antriebsmotor 17 durch einen Ein-Aus-Schalter 29 unterbrochen werden. Mit dem Ausschalten des Antriebsmotors 17 wird gleichzeitig ein Umlaufzähler 30 geschaltet, der mit einer Bremsvorrichtung 31 zum Stillsetzen des zu untersuchenden Rotors 1 verbunden ist. Wird eine am Umlaufzähler 30 eingestellte Soll-Umlaufzahl für den Zeitraum zwischen Betätigung des Schalters 25 und Stillsetzen des zu untersuchenden Rotors 1 überschritten, so wird über eine Befehlsleitung 32 der Ein-Aus-Schalter 29 erneut eingeschaltet, der Antriebsmotor 17 mit Strom versorgt, so daß eine erneute Messung durchgeführt werden kann.

Gesteuert vom Indikator 28 für den Differenzwinkel des zu übertragenden Unwuchtwinkels wird ein Schrittmotor 33, der mit dem Umfang des zu untersuchenden Rotors in Wirkverbindung gebracht werden kann, den zu untersuchenden Rotor 1 solange weiterdrehen, bis die Anzeige des Indikators 28 Null ist und damit der zu untersuchende Rotor 1 zur Unwuchtbeseitigung entsprechend eingedreht, von einem nicht dargestellten Bearbeitungswerkzeug, arretiert, bearbeitet wird.

Anstelle des in Figur 1 dargestellten Bandantriebs kann auch ein Antrieb über Tragrollen 34 der Tragrollenlagerung 2 erfolgen, wobei in diesem Falle der Impulsgeber 22 dann in entsprechender Weise an der Tragrolle 34 angeordnet werden müßte. Auch können die Spannrolle 20 oder die Umlenkrolle 21 oder der Antriebsmotor 17 selbst als Träger für den Impulsgeber 22 dienen.

Die Erzeugung des Bezugssignals für die Bestimmung der Unwucht nach Größe und Winkellage ist nicht auf die in Figur 1 dargestellte Abtastung einer Nut 10 am Rotorzapfen 3 eingeschränkt, es kann ebenso ein an der Mantelfläche des zu untersuchenden Rotors 1 vorhandenes Merkmal zur Erzeugung des Bezugssignals herangezogen werden. Dabei kann die Erzeugung dieses Signals mittels fotoelektrischer, magnetischer oder ähnlicher Abtastung gewonnen werden.

In Figur 2 wird eine andere Steuerung des Zählers 23 zur Durchführung gemäß dem erfinderischen Verfahren nach Anspruch 2 dargestellt. Aus den über die Leitungen 8, 9 kommenden Informationen über die Unwucht, wird durch Filterung in einer Auswerteeinrichtung 7 und anschließender Verstärkung ein Signal mit sinusförmigem Signalverlauf über eine Umdrehung des zu untersuchenden Rotors 1 gebildet. Dieses sinusförmige Signal bildet somit den Umfang einer Ausgleichsebene 12 bzw. 13 des zu untersuchenden Rotors 1 ab. Hierbei kann in Ausgestaltung der Erfindung es empfehlenswert sein, die Drehzahl des Rotors zu überwachen, um sicherzustellen, daß das Filter richtig eingestellt ist. Über eine Stop-Start-Leitung 35 wird nunmehr ein charakteristischer Wert, insbesondere der Nulldurchgang des sinusförmigen Signals vom Negativen ins Positive, dem Zähler 23 zugeführt, der nunmehr, wie zu Figur 1 bereits beschrieben, funktioniert.

Nach Beendigung des Meßvorgangs wird der Schalter 25 geöffnet und die im Speicher 26 vorhandene Impulszahl weiterverarbeitbar gespeichert. Während des Auslaufvorgangs wird der Zähler 23 immer dann Null gesetzt, wenn

sein Inhalt die gleiche Impulszahl besitzt, wie der Inhalt des Speichers 26. Nach Stillsetzen des zu untersuchenden Rotors wird dieser solange gedreht, bis der Indikator 28 die Nullstellung des Zählers 23 anzeigt. Damit befindet sich die Unwucht in der für den Ausgleich erforderlichen Winkellage.

Während des Auslaufs des zu untersuchenden Rotors 1 ist von einem weiteren Impulszähler 50, der über einen weiteren Schalter 51 nach dem Meßvorgang eingeschaltet wird, die Anzahl der Impulse bis zum Stillstand des zu untersuchenden Rotors 1 speicherbar. Damit wird über eine Korrektureinheit 52 und eine Leitung 53 dem Indikator 28 der während des Auslaufs kumulierte Winkelfehler zugeführt und korrigiert somit die tatsächliche Nullstellung, also den Fehler zwischen tatsächlichem Umfang des Rotors und durch Impulszählung dargestelltem Umfang. Die Korrektureinheit 52 ermittelt einen Korrekturwert, der proportional dem Inhalt des Speichers 50 und einer fest eingestellten, im allgemeinen empirisch ermittelten Konstante ist.

Weiterhin wird die Korrektureinheit 52 von einer Abgleicheinheit 54 beeinflußt, in der der zeitliche Verlauf der Impulsfolge aus dem Speicher 26 mit dem auf der Leitung 35 auftretenden zeitlichen Abstand der Stop-Start-Impulse verglichen wird.

Figur 3 stellt eine noch weitere erfindungsgemäße Möglichkeit der Übertragung des Unwuchtwinkels bei Darstellung des Umfangs der Ausgleichsebene 12 bzw. 13 des zu untersuchenden Rotors 1 mittels Impulsen dar, wobei die Impulse selbst voneinander einen konstanten Abstand

besitzen, vorzugsweise kleiner als drei Winkelgrad.

In Figur 3 wird der zu untersuchende Rotor 1 von einem Band 16, welches den Rotor teilweise umschlingt, angetrieben (der Übersichtlichkeit halber wurde das Band um 90 Grad in die Horizontale verschwenkt). Das Band 16 wird von einem Antriebsmotor 17, der eine Antriebsscheibe 18 auf einer Welle 19 trägt, über eine Spannrolle 20 und eine Umlenkrolle 21 angetrieben. Mit der Antriebsscheibe 18 ist ein Impulsgeber 22 verbunden, der je Umlauf der Antriebsscheibe 18 eine Impulsfolge an einen Zähler 23 weitergibt, in dem die Impulse gezählt werden.

Im Speicher 26 ist eine feste Zahl gespeichert, die der Zahl der Impulse entspricht, die den Umfang des zu untersuchenden Rotors 1 in der Ausgleichsebene 12,13 repräsentiert. Nach Erreichen der Meßdrehzahl wird der Stand des Zählers 23 fortlaufend mit dem Inhalt des Speichers 26 verglichen. Bei Gleichheit wird der Zähler 23 zurückgesetzt, erneut gestartet und gleichzeitig dieses Rücksetzsignal der Auswerteeinheit 7 zugeführt. Dort wird aus den über die Leitungen 8 und 9 kommenden Informationen zusammen mit der über die Leitung 11 kommenden Information die Unwucht nach Winkellage und -größe dargestellt und die Größe der Unwucht im Anzeigegerät 14 angezeigt oder direkt weiterverarbeitet.

Die Winkelinformation aus der Auswerteeinheit 7 wird in einem Winkelspeicher 15 a gespeichert und mit dem Inhalt des Zählers 23 über die Vergleichseinheit 27 verglichen.

Vor Einleitung des Bremsvorgangs für den zu untersuchensuchenden Rotor 1 wird die Unwuchtgröße im Anzeigegerät 14

und die Winkelinformation im Anzeigegerät 15 a gespeichert und im Moment der Speicherung der weitere Schalter 51 geschlossen. Während des Auslaufs des zu untersuchenden Rotors ist von einem weiteren Impulszähler 50, der über den weiteren Schalter 51 nach dem Meßvorgang eingeschaltet wird, die Anzahl der Impulse bis zum Stillstand des zu untersuchenden Rotors 1 speicherbar. Damit wird über eine Korrektureinheit 52 und eine Leitung 53 dem Indikator 28 der während des Auslaufs kumulierte Winkelfehler zugeführt und korrigiert somit die tatsächliche Nullstellung, also den Fehler zwischen tatsächlichem Umfang des zu untersuchenden Rotors an seinen Ausgleichsebenen und dem durch Impulszählung dargestellten Umfang.

Nach Stillsetzen des zu untersuchenden Rotors wird dieser solange gedreht, bis der Indikator 28 die Nullstellung des Zähler 23 anzeigt. Damit befindet sich die Unwucht in der für den Ausgleich erforderlichen Winkellage.

Im Falle gleich ablaufendem Auslaufvorgangs des zu untersuchenden Rotors 1 kann der nötige Winkelkorrekturwert auch ohne Zähler 50 erfolgen. In diesem Fall wird der Korrektureinheit 52 lediglich ein empirischer Wert für die Winkelkorrektur fest eingegeben.

Zum Zwecke der Berücksichtigung des unterschiedlichen Schlupfes beim Anfahren und Bremsen des zu untersuchenden Rotors 1 wird gemäß erfinderischem Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 erfindungsgemäß im Speicher 26 ein gewichteter Mittelwert aus der Impulszahl des Zählers 23 beim Anfahren und der Impulszahl des Zählers 23 beim Bremsvorgang gespeichert. Bei der Gewichtung werden bevorzugt die Unterschiede in der Größe des Schlupfes beim Anfahren und Abbremsen berücksichtigt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Übertragen einer gemessenen Unwuchtwinkellage auf eine Ausgleichsebene (12, 13) eines zu untersuchenden Rotors (1), wobei kein rotierendes Teil der Auswuchtmaschine mit dem zu untersuchenden Rotor (1) synchron umläuft (gelenkwellenlose Auswuchtmaschine), dadurch gekennzeichnet, daß ein an einem rotierenden Teil (18, 19, 20, 21) der Auswuchtmaschine angeordneter mit dem zu untersuchenden Rotor (1) gekoppelter Impulsgeber (22) in Abhängigkeit des Umlaufs dieses Teils eine Impulsfolge erzeugt, daß pro Umdrehung des zu untersuchenden Rotors (1) ein vom Rotor (1) abgeleiteter Stop-Start-Impuls die Zählung der Impulsfolge unterbricht und daß die gemessene Unwuchtwinkellage in Bezug zu den gezählten gespeicherten Impulsen der Impulsfolge, die dem Umfang des zu untersuchenden Rotors (1) an einer Ausgleichsebene (12, 13) entspricht, gesetzt wird und so weiterverarbeitbar gespeichert wird.

2. Verfahren zum Übertragen einer gemessenen Unwuchtwinkellage auf eine Ausgleichsebene (12, 13) eines zu untersuchenden Rotors (1), wobei kein rotierendes Teil der Auswuchtmaschine mit dem zu untersuchenden Rotor (1) synchron umläuft (gelenkwellenlose Auswuchtmaschine), dadurch gekennzeichnet, daß ein Unwuchtmeßsignal des zu untersuchenden Rotors (1) nach Filterung einen sinusförmigen Signalverlauf pro Umlauf des zu untersuchenden Rotors (1) erhält, daß ein von einer markanten Stelle im sinusförmigen Signalverlauf abgeleiteter Stop-Start-Impuls nach jeder Umdrehung des zu untersuchenden Rotors (1) die Zählung einer, dessen Umfang darstellenden von einem

Impulsgeber (22) abgegebenen Impulsfolge unterbricht, daß die gezählten gespeicherten Impulse der Impulsfolge, die dem Umfang des zu untersuchenden Rotors (1) an einer Ausgleichsebene (12, 13) entsprechen, weiterverarbeitbar gespeichert werden und daß nach Abschalten des Antriebsmotors (17) der zu untersuchende Rotor (1) entsprechend den gespeicherten Impulsen eingedreht wird.

3. Verfahren zum Übertragen einer Unwuchtwinkellage auf eine Ausgleichsebene (12, 13) eines zu untersuchenden Rotors (1), wobei kein rotierendes Teil der Auswuchtmaschine mit dem zu untersuchenden Rotor (1) synchron umläuft (gelenkwellenlose Auswuchtmaschine), dadurch gekennzeichnet, daß ein an einem rotierenden Teil (18, 19, 20, 21) der Auswuchtmaschine angeordneter mit dem zu untersuchenden Rotor (1) gekoppelter Impulsgeber (22) in Abhängigkeit des Umlaufs dieses Teils eine aequidistante Impulsfolge erzeugt, daß ein Zähler (23) nach einer festgelegten Anzahl Impulsen zurückgesetzt wird, wobei diese Anzahl einem Umlauf des zu untersuchenden Rotors (1) entspricht, daß das Rücksetzsignal gleichzeitig als Bezugssignal für eine speicherbare Verarbeitung der die Unwuchtgröße und die Unwuchtwinkellage beinhaltenden Signale der Meßumformer (5, 6) (Unwuchtmessung) dient, daß die so ermittelte Unwuchtwinkellage in Bezug zu dem für jede Umdrehung neu gezählten und gespeicherten Impulsen der Impulsfolge, die dem Umfang des zu untersuchenden Rotors (1) an einer Ausgleichsebene (12, 13) entspricht, gesetzt wird und so weiterverarbeitbar gespeichert wird, daß nach Speicherung der Unwuchtmeßwerte der Antrieb (17) des zu untersuchenden Rotors (1) abgeschaltet wird und daß der zu untersuchende Rotor (1) gezielt abgebremst wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Umläufe des zu untersuchenden Rotors (1) bis zu dessen Stillstand gezählt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß während des Auslaufens des zu untersuchenden Rotors (1) die Anzahl der Impulse des Impulsgebers zusätzlich gezählt werden.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der Impulsfolge überwacht wird.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl des Rotors (1) während des Meß- und Übertragungsvorganges vorgegeben und überwacht wird.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1, 6 und 7 mit einer Auswuchtmaschine, bestehend im wesentlichen aus einer Rotorlagerung (4), einem Antrieb (17) für den Rotor (1), mit der Rotorlagerung (4) zusammenwirkenden Meßumformern (5, 6) und einer Auswerteeinrichtung (7) für die von den Meßumformern (5, 6) gelieferten Meßsignale und die von einem Bezugssignal abgeleiteten Signale zur Anzeige und/oder Weiterverarbeitung der Unwucht nach Lage und Größe, dadurch gekennzeichnet, daß an einem rotierenden Teil (18, 19, 20, 21) der Auswuchtmaschine ein Impulsgeber (22) angeordnet ist, der mit dem zu untersuchenden Rotor (1) gekoppelt ist, daß der Impulsgeber (22)

bei Umlauf des Rotors (1) eine Impulsfolge abgibt, daß ein auf Null rückstellbarer Vor-Rückwärtszähler (23) vorgesehen ist, daß eine am Rotor (1) angeordnete Marke (10) abgetastet wird, daß in Abhängigkeit des so gewonnenen Abtastsignals ein Stop-Start-Impuls ausgelöst, den Zähler (23) auf Null zurücksetzt und daß die Anzahl der Impulse für einen Umlauf des Rotors (1) gespeichert werden, daß eine Vergleichseinheit (27) vorgesehen ist, in der die gemessene Unwuchtwinkellage mit den gespeicherten, den Umfang des Rotors an einer Ausgleichsebene darstellenden Zählimpulsen verglichen wird unddaß die Unwuchtwinkellage, ausgehend von der am Rotor (1) angeordneten Marke (10) als dem gewählten Nullpunkt am Rotor (1) weiterverarbeitet wird.

9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 2, 4, 5, 6 und 7 mit einer Auswuchtmaschine, bestehend im wesentlichen aus einer Rotorlagerung (4), einem Antrieb (17) für den Rotor (1), mit der Rotorlagerung (4) zusammenwirkenden Meßumformern (5, 6) und einer Auswerteeinrichtung (7) für die von den Meßumformern (5, 6) gelieferten Meßsignale zur Anzeige und/oder Weiterverarbeitung der Unwucht nach Lage und Größe, dadurch gekennzeichnet, daß an einem rotierenden Teil (18, 19, 20, 21) der Auswuchtmaschine ein Impulsgeber (22) angeordnet ist, der mit dem zu untersuchenden Rotor (1) gekoppelt ist, daß der Impulsgeber (22) bei Umlauf des Rotors (1) eine Impulsfolge abgibt, daß ein auf Null rückstellbarer Vor-Rückwärtszähler (23) vorgesehen ist, daß in der Auswerteeinrichtung (7) für die Unwuchtmessung eine Filteranordnung vorgesehen ist, an deren Ausgang ein den Umfang des

Rotors (1) darstellendes Sinussignal vorhanden ist, daß mittels eines von einer charakteristischen Stelle dieses Signals abgeleiteten Stop-Start-Impulses der Zähler (23) auf Null zurückgesetzt wird, daß die Anzahl der Impulse für einen Umlauf des Rotors (1) gespeichert werden, daß nach Speicherung der Unwuchtgröße und anschließendem Abschalten des Antriebsmotors (17) der zu untersuchende Rotor (1) mittels der gespeicherten Anzahl der Impulse in die Unwuchtwinkellage eingedreht wird.

10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 3, 4, 5, 6 und 7 mit einer Auswuchtmaschine, bestehend im wesentlichen aus einer Rotorlagerung (4), einem Antrieb (17) für den Rotor (1), mit der Rotorlagerung (4) zusammenwirkenden Meßumformern (5, 6) und einer Auswerteeinrichtung (7) für die von den Meßumformern (5, 6) gelieferten Meßsignale und die von einem Bezugssignal abgeleiteten Signale zur Anzeige und/oder Weiterverarbeitung der Unwucht nach Lage und Größe, dadurch gekennzeichnet, daß an einem rotierenden Teil (18, 19, 20, 21) der Auswuchtmaschine ein Impulsgeber (22) angeordnet ist, der mit dem zu untersuchenden Rotor (1) gekoppelt ist, daß dieser Impulsgeber (22) eine aequidistante Impulsfolge erzeugt, daß ein nach einer festgelegten Anzahl von Impulsen rücksetzbarer Zähler (23) vorgesehen ist, daß das Rücksetzsignal gleichzeitig als Bezugssignal der Auswerteeinrichtung (7) für die Bestimmung der Unwuchtgröße und der Unwuchtwinkellage zugeführt wird, daß die aus der Vereinigung zwischen Bezugssignal und Meßsignal erhaltene Winkellage der Unwucht verglichen wird mit dem gespeicherten, den Umfang des Rotors (1)

an einer Ausgleichsebene (12, 13) darstellenden Zählimpulsen, daß ein weiterer Schalter 51 und eine Korrektureinheit 52 vorgesehen sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein Umlaufzähler (30) vorgesehen ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein weiterer Impulszähler (50) vorgesehen ist.

13. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Impulsabstand zwischen den einzelnen Impulsen, die den Umfang des zu untersuchenden Rotors (1) abbilden, kleiner als drei Winkelgrad ist.

14. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 und 13, dadurch gekennzeichnet, daß einer Kontrolleinheit (52, 54) eine Information über die zeitliche Differenz zwischen dem Ablauf einer Impulsreihe und der zeitlichen Differenz zwischen den Start-Stop-Impulsen zugeführt wird, daß in der Kontrolleinheit (52, 54) aus dieser Information der Winkelfehler zwischen tatsächlichem Umfang und dem durch eine Impulsserie dargestellten Umfang des Rotors (1) an einer Ausgleichsebene (12, 13) ermittelt wird und daß mit diesem Wert die weiterverarbeitbaren Impulse zum Eindrehen des zu untersuchenden Rotors (1) in die Unwuchtwinkellage korrigiert werden.

15. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 3, 4, 5, 6, 7, 10 und 13, dadurch gekennzeichnet, daß einer Kontrolleinheit (52, 54) ein Signal über die Differenz zwischen einstellbarer Impulszahl und tatsächlichem Umfang des Rotors (1) an einer Ausgleichsebene (12, 13) zugeführt wird und daß in der Kontrolleinheit (52, 54) hieraus der Winkelfehler gewonnen wird und daß mit diesem Wert die weiterverarbeitbar gespeicherte Anzahl der Impulse zum Eindrehen des zu untersuchenden Rotors (1) in die Unwuchtwinkellage korrigiert werden.

16. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Überschreiten einer vorgegebenen Anzahl von Umläufen (Umlaufzähler 30) nach Abschalten des Antriebs und des Meßvorgangs ein Startschalter (Ein-Aus-Schalter 29) vorgesehen ist, der nach Löschung der Meßergebnisse erneut einen Meßvorgang einleitet.

17. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß von der weiterverarbeitbar gespeicherten Anzahl der Impulse Informationen abgeleitet werden, daß ein Eindrehmotor (33) vorgesehen ist, dem diese Informationen zugeführt werden, daß der Eindrehmotor (33) den Rotor (1) in die der Winkellage der Unwucht entsprechende Stellung weiterdreht und daß bei Erreichen dieser Winkellage der Eindrehmotor (33) abgeschaltet wird.

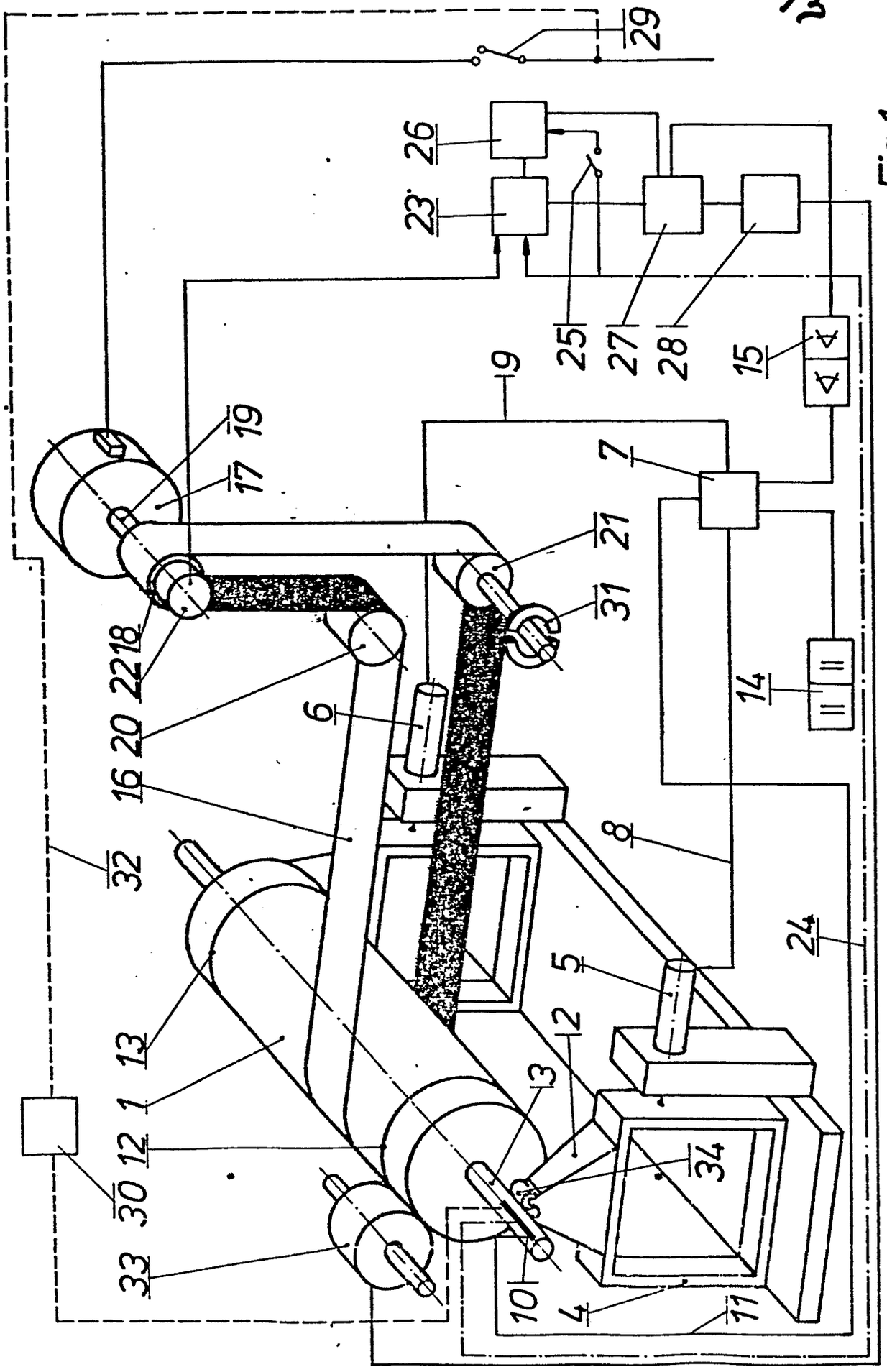
29
26
23
25
27
28
15
9
7
19
17
21
31
22
18
20
6
16
14
8
32
24
5
13
2
1
3
12
34
30
33
10
4
11

Fig. 1

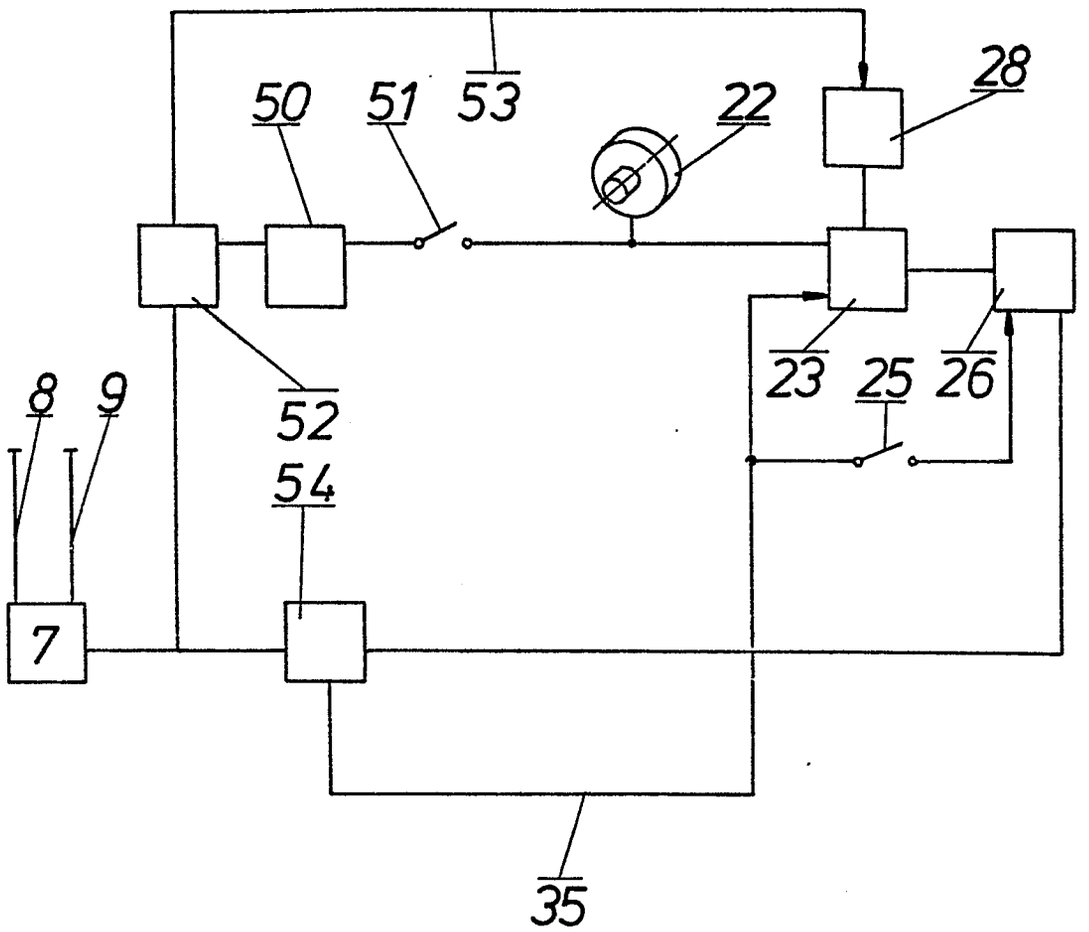

Fig. 2

0074416

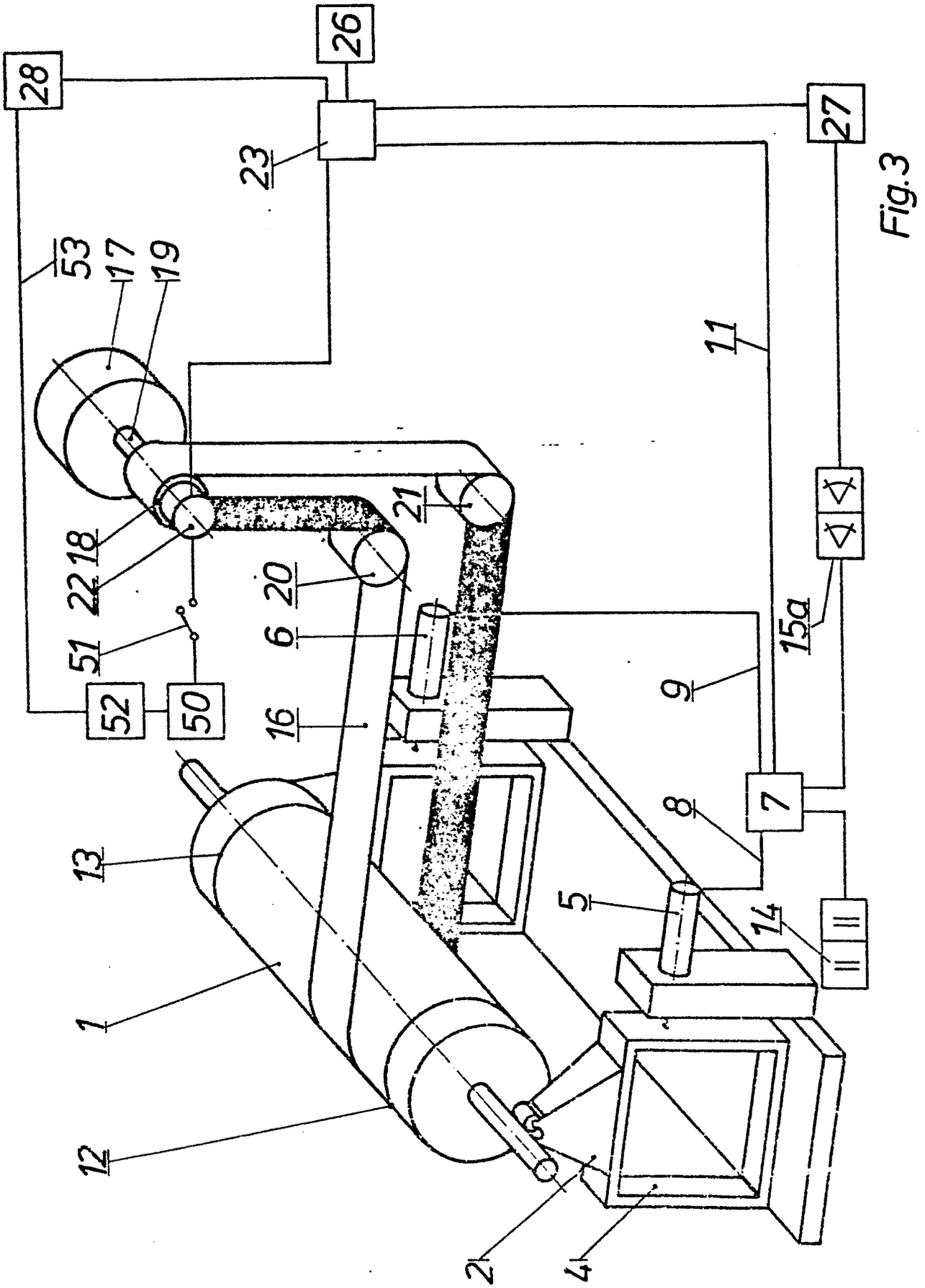

Fig.3

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0074416
Nummer der Anmeldung

EP 81 10 7132

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³)
E,X	EP-A-0 045 505 (KOKUSAI CO., LTD.) * Insgesamt * -----	1-5,7-11	G 01 M 1/22

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl ³)

G 01 M 1

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	12-05-1982	VAN ASSCHE P.O.

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze

E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPA Form 1503 03.82